


DOI 10.22363/2313-0245-2025-30-2-209-220
EDN GNPRTFОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ORIGINAL RESEARCH

Регуляция ритма сердца при постуральных изменениях у студенток с различной возбудимостью парасимпатических центров

Д.А. Скорлупкин  , Е.К. Голубева , Л.Л. ЯрченковаИвановский государственный медицинский университет, г. Иваново, Российская Федерация
 sk_dmit96@mail.ru

Аннотация. *Актуальность.* Изменения гормонального фона во время менструального цикла у женщин оказывает влияние не только на репродуктивную функцию организма, но и на функциональное состояние автономных механизмов регуляции физиологических систем. *Целью* настоящего исследования явилось изучение особенностей variability сердечного ритма при постуральных изменениях у женщин в зависимости от возбудимости центров парасимпатической нервной системы и фазы менструального цикла. *Материалы и методы.* В исследовании участвовали 47 студенток Ивановского государственного медицинского университета. Средний возраст испытуемых составил $19,20 \pm 0,16$ лет. Обследование проведено в фолликулярную и лютеиновую фазу менструального цикла, средняя продолжительность которого составила $29,22 \pm 0,32$ дней. Особенности возбудимости парасимпатической нервной системы оценивали по величине коэффициента К30:15 при переходе в вертикальное положение тела. Регистрацию электрокардиограммы производили с использованием компьютерного электрокардиографа «Поли-спектр» компании Нейрософт (г. Иваново, Россия) в течение 5 минут в горизонтальном положении тела, а также в течение 5 минут при активном ортостазе, пассивном ортостазе и пассивном антиортостазе. *Результаты и обсуждение.* По результатам анализа динамики спектральных и временных показателей установлено, что переход в ортостатическое положение тела сопровождается уменьшением влияния блуждающего нерва на сердце. При активном ортостазе это не зависит от возбудимости парасимпатической системы и фазы менструального цикла, тогда как при пассивном ортостазе при сниженной возбудимости парасимпатических центров это проявляется в обе фазы цикла, а при нормальной возбудимости — только в фолликулярную фазу. Антиортостаз инициирует увеличение парасимпатической активности у женщин с нормальной возбудимостью в фолликулярную фазу цикла, тогда как у лиц со сниженной возбудимостью отмечается уменьшение влияния блуждающего нерва в обе фазы менструального цикла. *Выводы.* Характер реакции системы кровообращения на ортостатические и антиортостатические положения у женщин зависит не только от вида постурального воздействия, но и от особенностей возбудимости парасимпатической системы и фазы менструального цикла.

© Скорлупкин Д.А., Голубева Е.К., Ярченкова Л.Л., 2026

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, постуральные изменения, возбудимость парасимпатической нервной системы, менструальный цикл

Информация о финансировании. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования настоящего исследования.

Вклад авторов. Скорлупкин Д.А. — сбор материала, статистическая обработка результатов, написание текста рукописи; Голубева Е.К. — концепция и дизайн исследования, интерпретация результатов, написание текста рукописи; Ярченкова Л.Л. — консультативная помощь в интерпретации результатов, редактирование текста рукописи. Все авторы настоящей работы внесли значительный вклад в разработку дизайна и концепции, проведение исследования и подготовку текста рукописи, прочитали и утвердили окончательную версию перед публикацией.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Этическое одобрение. Протокол исследования утвержден на заседании этического комитета ФГБОУ ВО Ивановский ГМУ Минздрава России (протокол заседания этического комитета № 5 от 16.11.2020 г).

Благодарности — неприменимо.

Информированное согласие на публикацию. От всех участников исследования было получено добровольное информированное согласие на участие и обработку персональных данных согласно положениям Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013).


Поступила 26.03.2025. Принята 25.04.2025.

Для цитирования: Скорлупкин Д.А., Голубева Е.К., Ярченкова Л.Л. Регуляция ритма сердца при постуральных изменениях у студенток с различной возбудимостью парасимпатических центров // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2026. Т. 30. № 2. С. 209–220. doi: 10.22363/2313-0245-2026-30-2-209-220. EDN: GNPRTF

Heart rhythm regulation during postural changes in female students depending on the parasympathetic centers excitability

Dmitry A. Skorlupkin  , Elena K. Golubeva , Larisa L. Yarchenkova

Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russian Federation

 sk_dmit96@mail.ru

Abstract. *The aim of this study was to investigate the features of heart rate variability during postural changes in women, depending on the excitability of parasympathetic centers and of the menstrual cycle phase. **Material and Methods.** 47 female students from Ivanovo State Medical University participated in the study. The average age of participants was 19.2 ± 0.16 years. The study took place during the follicular and luteal phases of menstrual cycle, lasting an average of 29.3 ± 0.4 days. The features of parasympathetic center excitability were assessed using the K30:15 ratio during the transition to an upright position. The electrocardiogram was recorded for 5 minutes using a computer electrocardiographic system Poly-spectrum (NeuroSoft, Ivanovo, Russia) both in the horizontal position and during active orthostasis, passive orthostasis and passive antiorthostasis. **Results and Discussion.** Based on the analysis of the dynamics of HRV indicators, it was found that the transition from a supine position to an upright body position was accompanied by a decrease in the influence of the vagus nerve on the heart. With active*

orthostasis, this does not depend on the excitability of the parasympathetic system and the phase of the menstrual cycle. While with passive orthostasis and reduced excitability of the parasympathetic centers, this is manifested in both phases of the cycle, and with normal excitability — only in the follicular phase. Antiorthostasis initiates an increase in parasympathetic activity in women with normal excitability only in the follicular phase, whereas in women with reduced excitability, there is a decrease in the influence of the vagus nerve in both phases of the cycle. *Conclusion*. The nature of circulatory system responses to changes in body position in women depend not only on type of posture but also on excitatory characteristics of parasympathetic nerves and menstrual cycle phases.

Keywords: heart rate variability, postural changes, excitability of the parasympathetic system, menstrual cycle

Funding. The authors state that there was no external funding.

Author contributions. Skorlupkin D.A. — collection of material, statistical processing of results, writing the text of the manuscript; Golubeva E.K. — concept and design of research, interpretation of results, writing the text of the manuscript; Yarchenkova L.L. — advisory assistance in interpreting the results, editing the text of the manuscript. All authors have made significant contributions to the development concepts, research, and manuscript writing, read and approved final version before publication.

Conflicts of interest statement. The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics approval. The protocol of the study was approved by the Ethics Committee of Ivanovo State Medical University.

Acknowledgements — not applicable.

Consent for publication. Before starting the study, all participants provided voluntary informed consent to participate in the study in accordance with the Declaration of Helsinki of the World Medical Association (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013), the processing of personal data and consent to publication. Received 26.03.2025. Accepted 25.04.2025.

For citation: Skorlupkin DA, Golubeva EK, Yarchenkova LL. Heart rhythm regulation during postural changes in female students depending on the parasympathetic centres excitability. *RUDN Journal of Medicine*. 2026;30(2):209–220. (In Russian). doi: 10.22363/2313-0245-2026-30-2-209-220. EDN: GNPRTF

Введение

Состояние здоровья студентов высших учебных заведений является важной медико-биологической и социальной проблемой [1]. Высокий уровень интенсивности учебного процесса и малоподвижный образ жизни являются факторами развития сердечно-сосудистых заболеваний [2, 3]. Ортостатические и антиортостатические положения тела в настоящее время широко используются в практической медицине для оценки функционального состояния системы кровообращения, а также механизмов регуляции деятельности сердца и просвета сосудов [4, 5]. Реакция на постуральные воздействия проявляется изменением сердечного ритма, что в значительной мере определяется уровнем возбу-

димости центров вегетативной нервной системы. В связи с этим характер адаптивного ответа при орто- и антиортостатических воздействиях может различаться у разных людей [6].

У женщин репродуктивного возраста отмечаются циклические изменения гормонального статуса во время овариально-менструального цикла (ОМЦ). Фолликулярная фаза цикла характеризуется повышением уровня эстрогенов, лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов [7]. В лютеиновую фазу наблюдается увеличение концентрации прогестерона с вторичным, более низким, всплеском концентрации эстрогенов [8, 9]. Благодаря своей стероидной природе половые гормоны способны проникать через гематоэнцефалический барьер,

оказывая воздействие на структуры центральной нервной системы (ЦНС) [10].

В экспериментальных исследованиях разных авторов подтверждено наличие эстрогеновых и прогестероновых рецепторов в различных органах и тканях организма человека. Показана высокая плотность рецепторов к гормонам овариального происхождения в лимбической системе, таламусе, гипоталамусе, гиппокампе, миндалевидном теле, стволе мозга и других структурах ЦНС [11–13]. Гормоны яичников оказывают влияние на проявление эффекта нейромедиаторов, изменяют чувствительность постсинаптических рецепторов, модулируют интенсивность высвобождения нейромедиаторов в пресинаптических окончаниях. В частности показано влияние овариальных гормонов на функциональность глутаматергических, ГАМК-ергических, серотонинергических, дофаминергических и других синапсов. Также женские половые гормоны оказывают нейротрофическое и нейропротекторное действие [14, 15]. В связи с этим состояние автономных механизмов регуляции физиологических функций у женщин в значительной мере зависит не только от функциональной активности вегетативных центров, но и от фазы менструального цикла.

Цель исследования: изучить особенности variability сердечного ритма при постральных изменениях у женщин в зависимости от возбудимости парасимпатических центров и фазы менструального цикла.

Материалы и методы

Исследование выполнено с участием 47 студентов Ивановского государственного медицинского университета в возрасте 18–20 лет. Все участники исследования подписали добровольное информированное согласие. Протокол составлен с учётом положений Хельсинской декларации по проведению биомедицинских исследований на человеке и утвержден этическим комитетом Ивановского ГМУ. Исследование женщин выполнено на 5–6 день после начала ОМЦ (фолликулярная фаза) и за 5–6 дней до его окончания (лютеиновая фаза).

Особенности возбудимости центров парасимпатической нервной системы оценивали по коэффициенту К30:15 во время активной ортостатической пробы: К30:15 = 1,20–1,80 у.е. — нормальная возбудимость парасимпатических центров; К30:15 = 1,0–1,19 — сниженная возбудимость; К30:15 > 1,80 — повышенная возбудимость [16].

Вариабельность сердечного ритма оценивали по результатам регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) с использованием компьютерного электрокардиографа «Поли-спектр» (Нейрософт, г. Иваново, Россия). Анализировали динамику следующих показателей: ЧСС (уд/мин) — частота сердечных сокращений, RRNN (мс) — средняя продолжительность R-R интервалов, RMSSD (мс) — квадратный корень из среднеквадратичного отклонения последовательных R-R интервалов, SDNN (мс) — стандартное отклонение R-R интервалов, pNN50 (%) — доля R-R интервалов, отличающихся на 50 и более мс, %LF (%) — доля низкочастотной составляющей спектра ВСР, %HF (%) — доля высокочастотной составляющей спектра ВСР, LF/HF (у.е.) — симпатико-парасимпатическое равновесие. После 10 минут адаптации к горизонтальному положению производили запись ЭКГ в течение 5 минут в положении лёжа на спине (контроль), затем 5 минут при активном ортостазе, пассивном ортостазе (угол подъема 25°) и пассивном антиортостазе (угол подъема 15°).

Статистический анализ производили в программах Microsoft Excel и Statistica. Результаты представлены в виде медианы (Me) и межквартильного размаха [Q_1 ; Q_3]. Нормальность распределения количественных переменных проверяли с использованием критерия Шапиро–Уилка (при объёме выборки ≤ 50). Статистическую значимость различий оценивали с помощью непараметрических критериев Манна–Уитни и Вилкоксона. Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

По результатам расчета коэффициента К30:15 во время активной ортостатической пробы все

испытуемые были разделены на две группы: с нормальной возбудимостью парасимпатических вегетативных центров ($n = 31$; К30:15 = 1,20–1,80 у.е.) и со сниженной возбудимостью — ($n = 16$; К30:15 = 1,0–1,19).

Результаты спектрального анализа при активном ортостазе позволили выявить прирост величины показателя %LF и снижение %HF в спектре ВСР, что сопровождается увеличением индекса LF/HF (Таблица 1). Описанные изменения отмечаются у всех обследованных студенток, независимо от уровня возбудимости центров парасимпатической нервной системы, как в фолликулярную, так и в лютеиновую фазу ОМЦ. На фоне отклонения спектральных

показателей ВСР у всех испытуемых наблюдается прирост ЧСС, более выраженный у женщин со сниженной возбудимостью парасимпатической системы во время фолликулярной фазы цикла. Кроме того, независимо от фазы цикла и возбудимости парасимпатических центров, активный ортостаз вызывает снижение временных показателей RRNN, SDNN и RMSSD, что свидетельствует об уменьшении вариационного размаха значений интервалов R-R.

При пассивном ортостазе у женщин во время фолликулярной фазы ОМЦ отмечается увеличение показателя %LF и индекса LF/HF, что наблюдается независимо от особенностей возбудимости парасимпатических вегетативных центров (Таблица 2).

Таблица 1

ВСР при активном ортостазе у студенток, Ме [Q₁; Q₃]

Параметр	Фолликулярная фаза (n = 47)		Лютеиновая фаза (n = 47)	
	Контроль	Ортостаз	Контроль	Ортостаз
Нормальная возбудимость парасимпатических центров (n = 31)				
ЧСС, уд/мин	69,8 [64,7; 77,0]	92,3 [84,1; 97,3] *p < 0,001	71,2 [66,3; 77,0]	93,2 [86,8; 100,1] *p < 0,001 #p = 0,031
RRNN, мс	860,0 [780,0; 928,0]	650,0 [617,0; 713,0] *p < 0,001	843,0 [779,0; 906,0]	644,0 [600,5; 691,0] *p < 0,001
RMSSD, мс	57,0 [45,0; 73,0]	20,0 [18,0; 27,0] *p < 0,001	59,0 [38,0; 81,0]	20,0 [16,0; 25,5] *p < 0,001
SDNN, мс	56,0 [48,0; 68,0]	43,0 [33,0; 48,0] *p < 0,001	61,0 [51,0; 79,0]	41,0 [32,5; 50,0] *p < 0,001
%LF, %	30,1 [21,2; 35,2]	44,9 [37,0; 52,7] *p < 0,001	29,8 [22,5; 35,3]	47,7 [38,7; 55,7] *p < 0,001
%HF, %	45,9 [30,2; 53,7]	14,50 [9,4; 20,9] *p < 0,001	36,6 [25,6; 42,7]	12,90 [8,5; 28,4] *p < 0,001
LF/HF, у.е.	0,6 [0,4; 1,1]	2,7 [1,8; 4,7] *p < 0,001	0,8 [0,6; 1,3]	3,6 [1,5; 6,1] *p < 0,001
Сниженная возбудимость парасимпатических центров (n = 16)				
ЧСС, уд/мин	72,9 [67,6; 79,4]	100,2 [89,9; 118,5] *p < 0,001	73,0 [70,1; 77,3]	97,9 [86,4; 105,7] *p < 0,001
RRNN, мс	823,0 [755,3; 888,3]	598,5 [506,8; 669,5] *p < 0,001	822,0 [776,0; 856,0]	613,0 [568,0; 694,0] *p < 0,001
RMSSD, мс	65,0 [42,5; 94,5]	24,50 [10,8; 29,0] *p < 0,001	54,0 [41,0; 74,0]	15,0 [10,0; 30,0] *p = 0,005
SDNN, мс	68,0 [46,5; 76,0]	37,5 [26,5; 53,3] *p = 0,006	59,0 [40,0; 71,0]	30,0 [26,0; 47,0] *p = 0,021
%LF, %	26,8 [15,7; 35,1]	37,5 [31,3; 45,7] *p < 0,001	25,0 [19,1; 30,5]	44,1 [32,6; 54,6] *p < 0,001
%HF, %	33,1 [17,9; 44,3]	12,8 [7,9; 18,9] *p = 0,003	30,6 [26,6; 51,6]	11,9 [6,6; 24,9] *p < 0,001
LF/HF, у.е.	0,7 [0,5; 1,1]	3,1 [2,1; 4,9] *p < 0,001	0,9 [0,3; 1,1]	3,3 [1,9; 6,0] *p < 0,001

Примечание: * – статистически значимые различия с контролем ($p \leq 0,05$), # – статистически значимые различия показателей у испытуемых с нормальной и низкой возбудимостью парасимпатических центров ($p \leq 0,05$).

Table 1

Parameter	Follicular phase (n = 47)		Luteal phase (n = 47)	
	Control	Orthostasis	Control	Orthostasis
Normal excitability of parasympathetic centers (n = 31)				
HR, bpm	69.8 [64.7; 77.0]	92.3 [84.1; 97.3] *p < 0.001	71.2 [66.3; 77.0]	93.2 [86.8; 100.1] *p < 0.001 #p = 0.031
RRNN, ms	860.0 [780.0; 928.0]	650.0 [617.0; 713.0] *p < 0.001	843.0 [779.0; 906.0]	644.0 [600.5; 691.0] *p < 0.001
RMSSD, ms	57.0 [45.0; 73.0]	20.0 [18.0; 27.0] *p < 0.001	59.0 [38.0; 81.0]	20.0 [16.0; 25.5] *p < 0.001
SDNN, ms	56.0 [48.0; 68.0]	43.0 [33.0; 48.0] *p < 0.001	61.0 [51.0; 79.0]	41.0 [32.5; 50.0] *p < 0.001
%LF, %	30.1 [21.2; 35.2]	44.9 [37.0; 52.7] *p < 0.001	29.8 [22.5; 35.3]	47.7 [38.7; 55.7] *p < 0.001
%HF, %	45.9 [30.2; 53.7]	14.50 [9.4; 20.9] *p < 0.001	36.6 [25.6; 42.7]	12.90 [8.5; 28.4] *p < 0.001
LF/HF, c.u.	0.6 [0.4; 1.1]	2.7 [1.8; 4.7] *p < 0.001	0.8 [0.6; 1.3]	3.6 [1.5; 6.1] *p < 0.001
Decreased excitability of parasympathetic centers (n = 16)				
HR, bpm	72.9 [67.6; 79.4]	100.2 [89.9; 118.5] *p < 0.001	73.0 [70.1; 77.3]	97.9 [86.4; 105.7] *p < 0.001
RRNN, ms	823.0 [755.3; 888.3]	598.5 [506.8; 669.5] *p < 0.001	822.0 [776.0; 856.0]	613.0 [568.0; 694.0] *p < 0.001
RMSSD, ms	65.0 [42.5; 94.5]	24.50 [10.8; 29.0] *p < 0.001	54.0 [41.0; 74.0]	15.0 [10.0; 30.0] *p = 0.005
SDNN, ms	68.0 [46.5; 76.0]	37.5 [26.5; 53.3] *p = 0.006	59.0 [40.0; 71.0]	30.0 [26.0; 47.0] *p = 0.021
%LF, %	26.8 [15.7; 35.1]	37.5 [31.3; 45.7] *p < 0.001	25.0 [19.1; 30.5]	44.1 [32.6; 54.6] *p < 0.001
%HF, %	33.1 [17.9; 44.3]	12.8 [7.9; 18.9] *p = 0.003	30.6 [26.6; 51.6]	11.9 [6.6; 24.9] *p < 0.001
LF/HF, c.u.	0.7 [0.5; 1.1]	3.1 [2.1; 4.9] *p < 0.001	0.9 [0.3; 1.1]	3.3 [1.9; 6.0] *p < 0.001

Note: * – statistically significant differences with the control ($p < 0.05$), # – statistically significant differences in indicators in subjects with normal and low excitability of parasympathetic centers ($p < 0.05$).

При нормальной возбудимости парасимпатической системы также отмечается укорочение RRNN. В лютеиновую фазу ОМЦ у студенток со сниженной возбудимостью уменьшается RRNN и доля кардиоинтервалов, отличающихся на 50 и более мс (pNN50). В горизонтальном положении

контрольное значение показателя pNN50 у этой группы испытуемых составляет 44,4 [35,4; 49,6] %, тогда как при пассивном ортостазе — 24,1 [17,6; 39,8] % ($p = 0,030$). Следует отметить, что у женщин с нормальной парасимпатической возбудимостью контрольные величины LF-компонента и %LF

в лютеиновую фазу ОМЦ достоверно выше, чем в фолликулярную. Изменений ВСР при пассивном ортостазе у студенток с нормальной возбудимостью парасимпатической системы во время лютеиновой фазы не отмечается.

При пассивном антиортостазе у женщин с нормальной возбудимостью парасимпатических центров в фолликулярную фазу цикла происходит снижение ЧСС и увеличение показателя RRNN

(Таблица 3). В то же время у лиц со сниженной парасимпатической возбудимостью в спектре ВСР отмечается увеличение %LF. Во время лютеиновой фазы менструального цикла у студенток со сниженной возбудимостью также отмечается уменьшение величины RMSSD, тогда как при нормальной возбудимости парасимпатической системы изменений ВСР в антиортостатическом положении тела не происходит.

Таблица 2

ВСР при пассивном ортостазе у студенток, Ме [Q₁; Q₃]

Параметр	Фолликулярная фаза (n = 47)		Лютеиновая фаза (n = 47)	
	Контроль	Ортостаз	Контроль	Ортостаз
Нормальная возбудимость парасимпатических центров (n = 31)				
ЧСС, уд/мин	66,7 [63,0; 72,3]	66,9 [62,9; 71,7]	68,2 [64,4; 70,9]	68,3 [65,5; 72,1]
RRNN, мс	900,0 [830,0; 953,0]	837,0 [833,0; 953,0] *p = 0,041	880,0 [846,5; 931,5]	878,0 [831,0; 916,5]
RMSSD, мс	64,0 [47,0; 79,0]	61,0 [45,0; 74,0]	69,0 [55,0; 94,5]	63,0 [48,5; 87,0]
SDNN, мс	63,0 [49,0; 75,0]	58,0 [44,0; 68,0]	68,0 [57,5; 78,5]	62,0 [53,5; 80,0]
%LF, %	23,9 [17,7; 28,9]	27,7 [21,9; 37,5] *p = 0,012	30,9 [20,6; 34,3]	26,8 [19,7; 32,0]
%HF, %	47,1 [31,9; 53,5]	42,1 [31,0; 56,8]	42,7 [33,8; 53,4]	43,5 [27,9; 53,3]
LF/HF, у.е.	0,5 [0,4; 0,9]	0,7 [0,5; 1,3] *p = 0,011	0,7 [0,4; 0,9]	0,7 [0,4; 1,4]
Сниженная возбудимость парасимпатических центров (n = 16)				
ЧСС, уд/мин	69,7 [61,1; 73,5]	71,8 [63,4; 76,2]	68,3 [65,3; 71,6]	69,2 [64,8; 74,8]
RRNN, мс	861,0 [816,8; 981,8]	836,5 [788,3; 947,5]	880,5 [838,5; 921,5]	854,0 [798,3; 910,3] *p = 0,020
RMSSD, мс	66,5 [47,8; 75,3]	64,5 [46,8; 75,0]	62,0 [51,0; 75,0]	50,0 [38,0; 60,0]
SDNN, мс	65,5 [52,0; 70,0]	59,0 [47,8; 73,5]	58,0 [48,0; 68,0]	50,0 [46,0; 60,0]
%LF, %	24,1 [17,2; 29,8]	33,7 [27,1; 39,7] *p = 0,002	26,6 [18,7; 30,4]	21,2 [18,8; 31,2]
%HF, %	41,0 [27,4; 56,1]	39,3 [23,4; 45,9]	43,0 [27,3; 50,0]	37,7 [27,4; 49,9]
LF/HF, у.е.	0,5 [0,4; 1,0]	0,9 [0,6; 1,4] *p = 0,023	0,6 [0,4; 1,6]	0,6 [0,4; 1,2]

Примечание: * – статистически значимые различия с контролем (p ≤ 0,05).

Table 2

HRV in passive orthostasis in female students, Me [Q ₁ ; Q ₃]				
Parameter	Follicular phase (n = 47)		Luteal phase (n = 47)	
	Control	Orthostasis	Control	Orthostasis
Normal excitability of parasympathetic centers (n = 31)				
HR, bpm	66.7 [63.0; 72.3]	66.9 [62.9; 71.7]	68.2 [64.4; 70.9]	68.3 [65.5; 72.1]
RRNN, ms	900.0 [830.0; 953.0]	837.0 [833.0; 953.0] *p = 0.041	880.0 [846.5; 931.5]	878.0 [831.0; 916.5]
RMSSD, ms	64.0 [47.0; 79.0]	61.0 [45.0; 74.0]	69.0 [55.0; 94.5]	63.0 [48.5; 87.0]
SDNN, ms	63.0 [49.0; 75.0]	58.0 [44.0; 68.0]	68.0 [57.5; 78.5]	62.0 [53.5; 80.0]
%LF, %	23.9 [17.7; 28.9]	27.7 [21.9; 37.5] *p = 0.012	30.9 [20.6; 34.3]	26.8 [19.7; 32.0]
%HF, %	47.1 [31.9; 53.5]	42.1 [31.0; 56.8]	42.7 [33.8; 53.4]	43.5 [27.9; 53.3]
LF/HF, с.у.	0.5 [0.4; 0.9]	0.7 [0.5; 1.3] *p = 0.011	0.7 [0.4; 0.9]	0.7 [0.4; 1.4]
Decreased excitability of parasympathetic centers (n = 16)				
HR, bpm	69.7 [61.1; 73.5]	71.8 [63.4; 76.2]	68.3 [65.3; 71.6]	69.2 [64.8; 74.8]
RRNN, ms	861.0 [816.8; 981.8]	836.5 [788.3; 947.5]	880.5 [838.5; 921.5]	854.0 [798.3; 910.3] *p = 0.020
RMSSD, ms	66.5 [47.8; 75.3]	64.5 [46.8; 75.0]	62.0 [51.0; 75.0]	50.0 [38.0; 60.0]
SDNN, ms	65.5 [52.0; 70.0]	59.0 [47.8; 73.5]	58.0 [48.0; 68.0]	50.0 [46.0; 60.0]
%LF, %	24.1 [17.2; 29.8]	33.7 [27.1; 39.7] *p = 0.002	26.6 [18.7; 30.4]	21.2 [18.8; 31.2]
%HF, %	41.0 [27.4; 56.1]	39.3 [23.4; 45.9]	43.0 [27.3; 50.0]	37.7 [27.4; 49.9]
LF/HF, с.у.	0.5 [0.4; 1.0]	0.9 [0.6; 1.4] *p = 0.023	0.6 [0.4; 1.6]	0.6 [0.4; 1.2]

Note: * – statistically significant differences with the control (p<0.05).

Таблица 3

BCP при пассивном антиортостазе у студенток, Me [Q ₁ ; Q ₃]				
Параметр	Фолликулярная фаза (n = 47)		Лютеиновая фаза (n = 47)	
	Контроль	Антиортостаз	Контроль	Антиортостаз
Нормальная возбудимость парасимпатических центров (n=31)				
ЧСС, уд/мин	69,1 [65,1; 74,3]	66,1 [63,7; 74,6] *p=0,028	69,6 [65,1; 71,9]	68,9 [65,6; 72,9]
RRNN, мс	868,0 [808,0; 922,0]	907,0 [804,0; 942,0] *p=0,019	862,0 [835,0; 915,5]	871,0 [824,0; 915,0]
RMSSD, мс	64,0 [52,0; 79,0]	65,0 [50,0; 85,0]	66,0 [46,5; 85,0]	62,0 [42,5; 99,5]

Окончание табл. 3

Параметр	Фолликулярная фаза (n = 47)		Лютеиновая фаза (n = 47)	
	Контроль	Антиортостаз	Контроль	Антиортостаз
SDNN, мс	60,0 [51,0; 69,0]	60,0 [51,0; 74,0]	64,0 [51,0; 75,0]	68,0 [44,5; 80,0]
%LF, %	27,0 [19,7; 36,6]	27,5 [20,3; 34,9]	25,3 [20,8; 33,3]	27,4 [18,6; 35,3]
%HF, %	47,0 [33,2; 54,6]	46,9 [37,0; 56,0]	43,2 [34,3; 54,2]	42,4 [34,7; 58,8]
LF/HF, y.e.	0,7 [0,4; 1,0]	0,5 [0,4; 0,9]	0,6 [0,4; 0,9]	0,6 [0,4; 0,9]
Сниженная возбудимость парасимпатических центров (n = 16)				
ЧСС, уд/мин	67,9 [62,8; 79,4]	65,9 [62,2; 80,4]	70,3 [65,4; 73,4]	69,5 [64,8; 72,9]
RRNN, мс	882,5 [755,5; 955,0]	911,0 [746,0; 943,8]	854,0 [817,0; 917,0]	863,0 [823,0; 926,0]
RMSSD, мс	81,5 [55,5; 95,5]	81,5 [54,5; 86,8]	58,0 [48,0; 76,0]	53,0 [37,0; 61,0] *p=0,041
SDNN, мс	63,0 [52,3; 87,8]	64,0 [53,0; 82,3]	55,0 [46,0; 71,0]	55,0 [41,0; 64,0]
%LF, %	20,2 [14,3; 29,8]	26,9 [17,8; 32,4] *p = 0,030	24,2 [15,6; 33,1]	22,5 [16,5; 32,2]
%HF, %	39,2 [25,7; 52,6]	41,7 [31,6; 56,8]	45,1 [24,6; 55,4]	41,3 [23,5; 56,3]
LF/HF, y.e.	0,5 [0,3; 0,7]	0,6 [0,3; 0,9]	0,6 [0,3; 1,1]	0,6 [0,4; 1,5]

Примечание: * – статистически значимые различия с контролем ($p \leq 0,05$).

Table 3

HRV in passive antiorthostasis in female students, Me [Q₁; Q₃]

Parameter	Follicular phase (n = 47)		Luteal phase (n = 47)	
	Control	Antiorthostasis	Control	Antiorthostasis
Normal excitability of parasympathetic centers (n = 31)				
HR, bpm	69.1 [65.1; 74.3]	66.1 [63.7; 74.6] *p=0.028	69.6 [65.1; 71.9]	68.9 [65.6; 72.9]
RRNN, ms	868.0 [808.0; 922.0]	907.0 [804.0; 942.0] *p=0.019	862.0 [835.0; 915.5]	871.0 [824.0; 915.0]
RMSSD, ms	64.0 [52.0; 79.0]	65.0 [50.0; 85.0]	66.0 [46.5; 85.0]	62.0 [42.5; 99.5]
SDNN, ms	60.0 [51.0; 69.0]	60.0 [51.0; 74.0]	64.0 [51.0; 75.0]	68.0 [44.5; 80.0]
% LF, %	27.0 [19.7; 36.6]	27.5 [20.3; 34.9]	25.3 [20.8; 33.3]	27.4 [18.6; 35.3]

Ending tabl. 3

Parameter	Follicular phase (n = 47)		Luteal phase (n = 47)	
	Control	Antiorthostasis	Control	Antiorthostasis
% HF, %	47.0 [33.2; 54.6]	46.9 [37.0; 56.0]	43.2 [34.3; 54.2]	42.4 [34.7; 58.8]
LF/HF, c.u.	0.7 [0.4; 1.0]	0.5 [0.4; 0.9]	0.6 [0.4; 0.9]	0.6 [0.4; 0.9]
Decreased excitability of parasympathetic centers (n=16)				
HR, bpm	67.9 [62.8; 79.4]	65.9 [62.2; 80.4]	70.3 [65.4; 73.4]	69.5 [64.8; 72.9]
RRNN, m	882.5 [755.5; 955.0]	911.0 [746.0; 943.8]	854.0 [817.0; 917.0]	863.0 [823.0; 926.0]
RMSD, ms	81.5 [55.5; 95.5]	81.5 [54.5; 86.8]	58.0 [48.0; 76.0]	53.0 [37.0; 61.0] *p=0.041
SDNN, ms	63.0 [52.3; 87.8]	64.0 [53.0; 82.3]	55.0 [46.0; 71.0]	55.0 [41.0; 64.0]
% LF, %	20.2 [14.3; 29.8]	26.9 [17.8; 32.4] *p=0.030	24.2 [15.6; 33.1]	22.5 [16.5; 32.2]
% HF, %	39.2 [25.7; 52.6]	41.7 [31.6; 56.8]	45.1 [24.6; 55.4]	41.3 [23.5; 56.3]
LF/HF, c.u.	0.5 [0.3; 0.7]	0.6 [0.3; 0.9]	0.6 [0.3; 1.1]	0.6 [0.4; 1.5]

Note: * – statistically significant differences with the control ($p < 0.05$).

Результаты выполненного исследования показали, что у женщин проявление ответных реакций на изменение положения тела определяется не только характером постуральных воздействий, но и индивидуальными особенностями функциональной активности центров вегетативной нервной системы, а также состоянием гормонального фона.

Активный ортостаз сопровождается смещением вегетативного равновесия в сторону преобладания симпатических влияний. Это, вероятно, вызвано перераспределением кровотока в сосудистой системе и уменьшением импульсной активности барорецепторов рефлексогенных зон каротидного синуса и дуги аорты, что проявляется снижением степени возбуждения ядра блуждающего нерва и его тормозного влияния на деятельность сердца [17, 18]. В связи с этим барорецепторный рефлекс, являясь механизмом быстрого реагирования, обеспечивает поддержание адекватного уровня гемодинамики в сосудистой системе во время постуральных воздействий [19, 20]. При этом описанные изменения у женщин не зависят от фазы менструального цикла

и возбудимости центров парасимпатической нервной системы.

Пассивный ортостаз также сопровождается уменьшением активности парасимпатических кардиальных центров, что наблюдается во всех группах испытуемых. Однако у женщин со сниженной возбудимостью парасимпатической системы уменьшение вагусных влияний на сердечный ритм отмечается в обе фазы ОМЦ, тогда как у студенток с нормальной возбудимостью — только в фолликулярную фазу. В лютеиновую фазу цикла у женщин с нормальной возбудимостью парасимпатической системы отмечается более высокий исходный уровень активности симпатических центров и отсутствие отклонения показателей ВСР при переходе в ортостатическое положение, что свидетельствует о меньшем функциональном резерве приспособительных механизмов у испытуемых этой группы.

Пассивный антиортостаз у женщин со сниженной возбудимостью парасимпатических центров приводит к увеличению степени участия симпатической нервной системы в регуляции сердечного

ритма, независимо от фазы ОМЦ. Это может быть обусловлено более высоким уровнем возбудимости симпатической нервной системы и концентрации катехоламинов у испытуемых в эту фазу [21, 22].

Увеличение диапазона значений кардиоинтервалов и снижение ЧСС при антиортостазе у женщин с нормальной возбудимостью в фолликулярную фазу цикла свидетельствует об увеличении влияния блуждающего нерва на миокард. Антиортостатическое положение способствует венозному возврату крови к сердцу, что приводит к повышению давления в магистральных сосудах и активации барорецепторного механизма регуляции сердечной деятельности, инициирующего активацию парасимпатического кардиального центра [23, 24]. В лютеиновую фазу цикла у испытуемых этой группы ВСР при антиортостазе не изменяется, что может быть обусловлено исходно более высокой активностью симпатических центров [25].

Выводы

Активный переход в вертикальное положение тела у студенток сопровождается уменьшением выраженности парасимпатического влияния на ритм сердца, что не зависит от фазы менструального цикла и возбудимости парасимпатических кардиальных центров. При пассивном ортостазе у женщин со сниженной возбудимостью парасимпатической системы также наблюдается уменьшение вагусного влияния на сердечную деятельность в обе фазы цикла. При нормальной парасимпатической реактивности аналогичные изменения проявляются только в фолликулярную фазу менструального цикла. Пассивный антиортостаз во время фолликулярной фазы у женщин с нормальной парасимпатической возбудимостью сопровождается увеличением вагусного эффекта на сердце, тогда как у студенток со сниженной реактивностью влияние парасимпатических центров при этом воздействии уменьшается в обе фазы цикла.

References/Список литературы

1. Slavinsky NV, Kuznetsova ZV, Yatkin IV. The study of the heart rate of student youth during physical education and at resting state. *Tambov University Review. Series: Humanities*. 2023;28(6):1513–1522. (In Russian). [Славин-

ский Н.В., Кузнецова З.В., Яткин И.В. Изучение сердечного ритма студенческой молодежи при занятиях физической культурой и в состоянии покоя // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки*. 2023. Т. 28. № 6. С. 1513–1522]. doi: 10.20310/1810-0201-2023-28-6-1513-1522.

2. Abrantes LCS, de Souza de Moraes N, Goncalves VSS, Ribeiro SAV, de Oliveira Sedyama CMN, do Carmo Castro Franceschini S, et al. Physical activity and quality of life among college students without comorbidities for cardiometabolic diseases: systematic review and meta-analysis. *Quality of Life Research*. 2022;31(7):1933–1962. doi: 10.1007/s11136-021-03035-5.

3. Mensah GA, Roth GA, Fuster V. The global burden of cardiovascular diseases and risk factors: 2020 and Beyond. *Journal of the American College of Cardiology*. 2019;74(20):2529–2532. doi: 10.1016/j.jacc.2019.10.009.

4. Gregoire JM, Gilon C, Carlier S, Bersini H. Autonomic nervous system assessment using heart rate variability. *Acta Cardiologica*. 2023;78(6):648–662. doi: 10.1080/00015385.2023.2177371.

5. Skedina MA, Kovaleva AA, Degterenkova NV. Investigation of cerebral circulation and peripheral microcirculation to passive postural orthostatic test. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2018;17(3):115–119. (In Russian). [Скедина М.А., Ковалева А.А., Дегтеренкова Н.В. Исследование церебральной гемодинамики и периферической микроциркуляции при проведении пассивной постуральной ортостатической пробы // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2018. Т. 17. № 3. С. 115–119]. doi: 10.24884/1682-6655-2018-17-3-115-119

6. Shcherbakova AE, Popova MA, Karimov RR, Gritskov SN. Functional State of the Autonomic and Central Nervous Systems in Firefighters Living in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug — Yugra. *Journal of Medical and Biological Research*. 2019;7(2):178–186. (In Russian). [Щербакова А.Э., Попова М.А., Каримов Р.Р., Грицков С.Н. Функциональное состояние вегетативной и центральной нервной системы пожарных в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре // *Журнал медико-биологических исследований*. 2019. Т. 7. № 2. С. 178–186]. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.2.178

7. Bolshakova SE, Madaeva IM, Berdina ON, Khranova EE, Bugun OV, Rychkova LV. Features of sleep of teenage girls in different phases of the menstrual cycle. *Pediatric and Adolescent Reproductive Health*. 2023;19(2):68–82. (in Russian). [Большакова С.Е., Мадаева И.М., Бердина О.Н., Храмова Е.Е., Бугун О.В., Рычкова Л.В. Особенности сна девочек-подростков в различные фазы менструального цикла // *Репродуктивное здоровье детей и подростков*. 2023. Т. 19. № 2. С. 68–82]. doi: 10.33029/1816-2134-2023-19-2-68-82

8. Borisenkov MF. Endocrine function of the ovaries during exercise. *Proceedings of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. The series «Experimental Biology and Ecology»*. 2020;3(43):51–57. (in Russian). [Борисенков М.Ф. Эндокринная функция яичников при физической нагрузке // *Известия Коми научного центра УрО РАН. Серия «Экспериментальная биология и экология»*. 2020. № 3. С. 51–57]. doi: 10.19110/1994-5655-2020-3-51-57

9. Penzhoyan GA, Kashina YuV, Abyshkevich VG, Pokrovsky VM. Integrated assessment of the functional state of healthy students in dependence on the phase and the duration of the menstrual cycle. *RUDN Journal of Medicine*. 2019;23(2):141–146. (in Russian). [Пенжоян Г.А., Кашина Ю.В., Абушкевич В.Г., Покровский В.М. Интегративная оценка функционального состояния здоровых девушек в зависимости от фазы и продолжительности менструального цикла // *Вестник РУДН. Серия: Медицина*. 2019. Т. 23. № 2. С. 141–146]. doi: 10.22363/2313-0245-2019-23-2-141-146.

10. Gauskaite R, Gladutyte L, Zelionkaite I, Buckwheat R. Exploring the role of sex, sex steroids, menstrual cycle, and hormonal contraception use in visual working memory: Insights from behavioral and EEG analyses. *International Journal of Psychophysiology*. 2025;209. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2025.112520

11. Dubol M, Epperson CN, Sacher J, Pletzer B, Derntl B, Lanzenberger R. Neuroimaging the menstrual cycle: A multimodal systematic review. *Frontiers in Neuroendocrinology*. 2021;60. doi: 10.1016/j.yfrne.2020.100878

12. Ivanova AO, Yarmolinskaya MI, Tkachenko NN, Kondratyeva EA. Importance of neurotransmitters in the regulation of

the reproductive system. *Journal of Obstetrics and Women's Diseases*. 2020;69(1):95–108. (in Russian). [Иванова А.О., Ярмолинская М.И., Ткаченко Н.Н., Кондратьева Е.А. Значение нейротрансмиттеров в регуляции функций репродуктивной системы // Журнал акушерства и женских болезней. 2020. Т. 69. № 1. С. 95–108]. doi: 10.17816/JOWD69195-108

13. Kirillova EA, Shtentsel RE, Turchinskaya IA, Gubankova AE, Kokhreizde NA, Trufanov G.E. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of functional changes of the brain in menstrual disorders: a review. *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2023;14(4):28–35. (in Russian). [Кириллова Е.А., Штенцель Р.Э., Турчинская И.А., Губанкова А.Е., Кохрейдзе Н.А., Труфанов Г.Е. Магнитно-резонансная томография в диагностике функциональных изменений головного мозга при нарушениях менструального цикла: обзор // Лучевая диагностика и терапия. 2023. Т. 14. № 4. С. 28–35.] doi: 10.22328/2079-5343-2023-14-4-28-35

14. Zsido RG, Villringer A, Sacher J. Using positron emission tomography to investigate hormone-mediated neurochemical changes across the female lifespan: implications for depression. *International Review of Psychiatry*. 2017;29(6):580–596. doi: 10.1080/09540261.2017.1397607

15. Morozova YuE, Tarasova MA. The physiological role of vitamin D and the significance of its deficiency in the pathogenesis of climacteric syndrome. *Journal of Obstetrics and Women's Diseases*. 2018;67(3):74–82. (in Russian). [Морозова Ю.Е., Тарасова М.А. Физиологическая роль витамина D и значение его дефицита в патогенезе климактерического синдрома // Журнал акушерства и женских болезней. 2018. Т. 67. № 3. С. 74–82]. doi: 10.17816/JOWD67374-82

16. Novoselova AA, Govorukhina AA. Assessment of the Body's Functional Reserves in First-Year Students of a Northern Pedagogical University Based on the Results of an Orthostatic Test. *Journal of Medical and Biological Research*. 2022;10(4):317–328. (in Russian). [Новоселова А.А., Говорухина А.А. Оценка функциональных резервов организма первокурсников северного педагогического вуза по результатам ортостатической пробы // Журнал медико-биологических исследований. 2022. Т. 10. № 4. С. 317–328]. doi: 10.37482/2687-1491-Z118

17. Zhedyaev RY, Tarasova OS, Semenov YS, Borovik AS, Vinogradova OL. The change in Baroreflex Regulation of Heart Rhythm after “Dry” Immersion Appears during Orthostasis, but not Lower Body Negative Pressure Test. *Russian Journal of Physiology*. 2024;110(1):79–93. (in Russian). [Жедяев Р.Ю., Тарасова О.С., Семенов Ю.С., Боровик А.С., Виноградова О.Л. Изменение барорефлекторной регуляции ритма сердца после «сухой» иммерсии проявляется при ортостазе, но не при отрицательном давлении на нижнюю часть тела // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2024. Т. 110. № 1. С. 79–93]. doi: 10.31857/S0869813924010053

18. Ignatenko GA. Mechanisms of vasoprotection and cardioprotection in hypoxotherapy of arterial hypertension and coronary artery disease. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2024;13(1):98–108. (in Russian). [И-

натенко Г.А. Механизмы вазо- и кардиопротекции при гипокситерапии артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2024. Т. 13. № 1. С. 98–108]. doi: 10.17802/2306-1278-2024-13-1-98-108

19. Orlova EA, Tarasova OS, Son'kin VD, Borovik AS. Influence of the age on baroreflex synchronization of arterial pressure and heart rate during the passive standing test. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2021;55(1):46–50. (in Russian). [Орлова Е.А., Тарасова О.С., Сонькин В.Д., Боровик А.С. Влияние возраста на барорефлекторную синхронизацию артериального давления и частоты сердечных сокращений при пассивной ортопробе // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2021. Т. 55. № 1. С. 46–50]. doi: 10.21687/0233-528X-2021-55-1-46-50

20. Al-Shammari MJ, Pogrebnyak TA, Chernyavskikh SD, Gorbunova II. Functional features of the myocardium among first-year students of different ethnic groups with regard to the type of autonomic regulation of the cardiac rhythm. *RUDN Journal of Medicine*. 2019;23(1):9–18. (in Russian). [Аль-Шаммари М.Я.И., Погребняк Т.А., Чернявских С.Д., Горбунова И.И. Анализ системных параметров гемодинамики у студентов-первокурсников разных этнических групп с учетом типа автономной регуляции сердечного ритма // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2019. Т. 23. № 1. С. 9–18.]. doi: 10.22363/2313-0245-2019-23-1-9-18

21. Shalov RZ, Filatov AG. Comorbid pathology and risk factors in patients with atrial fibrillation. *Annaly aritmologii*. 2023;20(1):43–51. (in Russian). [Шалов Р.З., Филатов А.Г. Коморбидная патология и факторы риска у пациентов с фибрилляцией предсердий // Анналы аритмологии. 2023. Т. 20. № 1. С. 43–51]. doi: 10.15275/annaritmol.2023.1.5

22. Hwang CL, Okazaki K, Shibata S, Liu YL, Fu Q. Menstrual cycle effects on sympathetic neural burst amplitude distribution during orthostasis in young women. *Clinical Autonomic Research*. 2021;31(6):767–773. doi: 10.1007/s10286-021-00832-3

23. Malhotra V, Thakare AE, Hulke SM, Wakode SL, Parashar R, Ravi N. Effect of head down tilt on heart rate variability. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2021;10(1):439–442. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_1642_20

24. Mitev AA, Urusova MS, Yanushko AG. Changes in heart rate indicators under the influence of anti-orthostatic load. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2020;2(S1):112–114. (in Russian). [Митев А.А., Урусова М.С., Янушко А.Г. Изменение показателей сердечного ритма под влиянием антиортостатической нагрузки // Известия Российской военно-медицинской академии. 2020. Т. 2. № S1–2. С. 112–114]. doi:10.17816/rmmar43383

25. Delyagin VM. Autonomic nervous system and its disorders. *Effective Pharmacotherapy*. 2024;20(17):22–28. (in Russian). [Делягин В.М. Вегетативная нервная система и ее нарушения // Эффективная фармакотерапия. 2024. Т. 20. № 17. С. 22–28]. doi 10.33978/2307-3586-2024-20-17-22-28

Ответственный за переписку: Скорлупкин Дмитрий Андреевич — ассистент кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный медицинский университет» Минздрава России. 153012, Российская Федерация, г. Иваново, Шереметевский проспект, 8. E-mail: sk_dmit96@mail.ru

Скорлупкин Д.А. SPIN 5232-5682, ORCID 0009-0001-2586-6711

Голубева Е.К. SPIN 1750-0121, ORCID 0000-0002-0664-4742

Ярченкова Л.Л. SPIN 3228-3480

Corresponding author: Skorlupkin Dmitry Andreevich — assistant of the department of normal physiology of the Ivanovo State Medical University. Sheremetyevo Prospekt, 8, Ivanovo, 153012, Russian Federation. E-mail: sk_dmit96@mail.ru

Skorlupkin D.A. SPIN 5232-5682, ORCID 0009-0001-2586-6711

Golubeva E.K. SPIN 1750-0121, ORCID 0000-0002-0664-4742

Yarchenkova LL. SPIN 3228-3480